

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RAFAEL CHAVES DE MATTOS

**ADEQUAÇÃO DO PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR COM O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL  
FRAMING E ANÁLISE DE CUSTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO 2017

RAFAEL CHAVES DE MATTOS

**ADEQUAÇÃO DO PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR COM O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL  
FRAMING E ANÁLISE DE CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Rigobello  
Co-orientador: Prof. MSc. Valdomiro  
Lubachevski Kurta

CAMPO MOURÃO  
2017



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

### ADEQUAÇÃO DO PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING E ANÁLISE DE CUSTO

por

**Rafael Chaves de Mattos**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h30min do dia 30 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

( UTFPR )  
Co-orientador

**Prof. Msc. Adalberto Luis Rodrigues de oliveira**

( UTFPR )

**Prof. Tiago Tadeu Amaral de Oliveira**

( UTFPR )

**Prof. Dr. Ronaldo Rigobello**

(UTFPR)  
**Orientador**

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Dr. Ronaldo Rigobello**

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

MATTOS, Rafael Chaves, **Adequação do projeto de uma residência unifamiliar com o sistema construtivo Light Steel Framing e análise de custo.** 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

Com o grande crescimento populacional e avanço da tecnologia, a indústria da construção civil no Brasil busca alternativas ao sistema convencional de construção que tenham como característica principal maior industrialização. Isso propicia aumentar o rendimento da mão de obra, diminuir desperdícios e obter uma construção mais limpa, para atender uma demanda cada vez maior. O sistema Light Steel Framing é uma alternativa que se adequa com todas estas características, porém necessita de projeto adequado e uma execução mais precisa. Levando isso em conta, este trabalho consiste em um estudo de adequação de uma obra em Light Steel Framing para torna-la o mais adequado e eficiente que o projeto original, tendo como foco a substituição do sistema de cobertura e melhoramento do sistema hidrossanitário. Essa adequação consistiu na utilização de outros tipos de telhas em relação ao projeto original, que resultou na redução das cargas na cobertura, e na criação de uma torre para os reservatórios com o intuito da obtenção de pressão disponível adequada. Com a criação da torre para os reservatórios, obteve-se, de fato, uma pressão de água adequada em cada ponto de utilização, além de propiciar uma maior padronização dos perfis do forro, em relação ao projeto original. Com a redução da carga da cobertura com a utilização de novas telhas, obteve-se a redução do peso dos perfis da cobertura. Por fim, constatou-se que com a criação da torre para reservatórios a obra tornou-se apenas cerca de 3% mais cara que o projeto original, pouco se considerarmos a maior eficiência hidráulica e espaço adequado para efetuar limpeza e manutenção dos reservatórios. Vale ainda ressaltar que os insumos do sistema Light Steel Framing tendem a ficar cada vez mais acessíveis e econômicos, e futuramente será uma opção ainda mais viável para a região considerada.

**Palavras-chave:** *Light Steel Framing*. Projeto. Análise de custo.

## ABSTRACT

MATTOS, Rafael Chaves, **Design adjustment for a single-family residence with the Light Steel Framing construction system and cost analysis.** 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

With the increase of population growth and technology advancement, the Brazilian construction industry seeks alternatives to the conventional building system that has as its main feature a greater industrialization. This yields to an increase of the efficiency of the workforce, reduces waste, and achieves cleaner construction to meet a growing demand. The Light Steel Framing system is an alternative that fits all of these features, but requires proper design and more precise execution. In this way, this work consists of a design adjustment for a house in Light Steel Framing to make it more adequate and efficient than the original project, focusing on replacing the roofing system and improving the hydrosanitary system. This adjustment consists in the use of other types of roof system in relation to the original project, which resulted in the reduction of roof loads and the creation of a tower for the reservoirs in order to obtain an adequate available pressure. With the creation of the tower for the reservoirs, an adequate water pressure was obtained at each point of use, and providing a better standardization of the water pipe diameters, in relation to the original design. With the reduction of the roof loads with the use of new roofing systems, the weight of the roof steel profiles was reduced. Finally, it was found that with the creation of the tower to the reservoirs the cost was only about 3% more expensive than the original design, which is little if we consider the improved hydraulic efficiency and adequate space to carry out cleaning and maintenance of the reservoirs. And it worths mentioning that the inputs of the Light Steel Framing system tend to become more accessible and less expensive, and in the future will be a more viable option for the region considered.

**Keywords:** Light Steel Framing. Design. Cost analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema adaptado típico de uma residência em LSF.....	13
Figura 2- Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais. ....	16
Figura 3- Designações dos perfis de aço formados a frio para o uso em Light Steel ....	17
Figura 4 – Esquema apresentando guia, montante e viga. ....	18
Figura 5 – Travamento lateral de vigas .....	20
Figura 6 – Vista geral das vergas (encabeçamento de aberturas).....	21
Figura 7 - Detalhamento esquemático de ancoragem de painel estrutural ao radier .....	22
Figura 8 - Corte detalhado de fundação sapata corrida .....	23
Figura 9 - Transmissão de carga vertical à fundação .....	25
Figura 10 - Desenho esquemático de um painel estrutural com abertura.....	26
Figura 11 - Estrutura de piso em Light Steel Framing .....	27
Figura 12 - Instalação de placas OSB.....	29
Figura 13 – Relação entre espessura e aplicação da placa cimentícia.....	30
Figura 14 - planta baixa arquitetônica .....	34
Figura 15 - Corte da planta baixa .....	35
Figura 16 Novo projeto hidráulico .....	38
Figura 17 - Modelo de telha Isotelha colonial.....	39
Figura 18 - Modelo da estrutura em Light Steel Framing .....	41

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Pressão da água .....	38
Tabela 2 - Revestimento das paredes .....	36
Tabela 3 – Revestimento do piso.....	37
Tabela 4 - Orçamento .....	43

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
3 JUSTIFICATIVA .....	12
4 LIGHT STEEL FRAMING.....	13
4.1 CARACTERÍSTICAS.....	13
4.2 VANTAGENS DO LIGHT STEEL FRAMING .....	14
4.3 FUNDAMENTOS DOS PERFIS FORMADOS A FRIO.....	15
4.4 DEFINIÇÕES .....	18
4.4.1 Guias.....	18
4.4.2 Montantes .....	19
4.4.3 Vigas.....	19
4.4.4 Barras Diagonais .....	20
4.4.5 Vergas.....	20
4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING .....	21
4.5.1 Fundação.....	21
4.5.2 Fixação dos Painéis na Fundação .....	23
4.5.3 Painéis.....	23
4.5.4 Lajes .....	26
4.5.5 Coberturas.....	27
4.5.6 Fechamento Vertical.....	28
4.5.7 Ligações e Montagem.....	30
5 METODOLOGIA.....	32
5.1 COLETA DE DADOS .....	32
5.2 ELABORAÇÃO.....	32
5.3 ORÇAMENTO.....	33
5.4 COMPARAÇÃO DE CUSTOS .....	33
6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	34
6.1 ALTERAÇÕES ARQUITETÔNICAS .....	34
6.2 ALTERAÇÕES HIDROSSANITARIAS .....	37
6.3 ALTERAÇÕES NA COBERTURA .....	39



6.4 ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS .....	40
7 ORÇAMENTO .....	42
8 CONCLUSÃO .....	44
9 REFERÊNCIAS .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil ainda é caracterizada pela utilização de sistemas construtivos predominantemente artesanais, tendo como característica a baixa produtividade e principalmente o grande desperdício de materiais. Porém, o mercado tem sinalizado que esta situação deve ser alterada e o uso de novas tecnologias é a melhor forma de permitir a industrialização e a racionalização dos processos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012, p. 11).

Visando mudar esse panorama da construção civil brasileira tem-se o método de construção denominado Light Steel Framing (LSF) que tem demonstrado ser uma ótima alternativa ao sistema convencional, por apresentar uma modernização, racionalização e industrialização no âmbito de métodos de construção civil.

O Light Steel Framing é reconhecido mundialmente sendo empregado nos principais países do 1º mundo e tem sua utilização no mercado construtivo há mais de 50 anos, tendo como primeiro momento de destaque o pós Segunda Guerra Mundial, por conta da abundância de aço e os avanços tecnológicos da metalurgia por causa da Guerra. Outro momento foi o veto ao desmatamento em grande escala em 1980 no Estados Unidos (PEDROSO; FRANCO; BASSO; BOMBONATO, 2014, p. 4).

O método Light Steel Framing é caracterizado por uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado de pequena espessura formados a frio e fechamento em placas de OSB ou cimentícias e gesso acartonado, tendo como características de destaque rápida execução, redução no peso da estrutura, redução de desperdícios e um canteiro de obras limpo.

Deste modo, o objetivo desse trabalho é realizar a adequação de um projeto de uma residência unifamiliar de médio padrão aplicando as devidas adequações com o intuito de melhorar o sistema estrutural e hidrossanitário e, se possível, reduzir o custo em relação com o projeto de referência.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como foco principal adequar um projeto de uma residência unifamiliar de médio padrão feito em Light Steel Framing, buscando melhorar os sistemas estrutural e hidrossanitário e a redução do custo da obra.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o dimensionamento da estrutura da residência utilizando o sistema Light Steel Framing aplicando mudanças na estrutura original de forma a adequar o projeto estrutural, em conformidade com as normas técnicas pertinentes e utilização de tabelas e programas especializados tal como Cypecad.

- Demonstrar as mudanças arquitetônicas e estruturais realizadas ao projeto original. Informar os métodos e técnicas realizados em cada mudança, mostrando o tempo de execução e a tecnologia aplicada.

- Apresentar os custos através de planilhas orçamentarias embasadas no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

- Realizar um comparativo de preço com o projeto original para concluir se as mudanças arquitetônicas e estruturais necessárias empregadas conseguem tornar mais viável economicamente o sistema construtivo Light Steel Framing.

### **3 JUSTIFICATIVA**

Atualmente, o sistema construtivo mais empregado no Brasil é o denominado sistema construtivo convencional, que consiste em estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria, que demanda elevado tempo de execução da obra, geralmente apresenta desperdícios de materiais e acaba gerando muitos resíduos no processo. A preocupação com questões ambientais e a necessidade de se ter construções cada vez mais eficientes e rápidas, implica a necessidade de racionalizar e industrializar a construção.

Uma alternativa a esse método convencional é o sistema Light Steel Framing, que em sua execução apresenta redução no desperdício, rapidez na execução, baixo impacto no meio ambiente e traz consigo excelente desempenho térmico e acústico. Trata-se de um excelente sistema para se difundir no Brasil, mas que ainda apresenta um elevado custo em relação ao sistema construtivo convencional.

Portanto, justifica-se a realização de estudos criteriosos de custo, aplicabilidade e otimização em projetos com o sistema LSF na busca de torna-lo viável construtivamente e economicamente, para que possa ser executado em construções de residências de qualquer porte no Brasil.

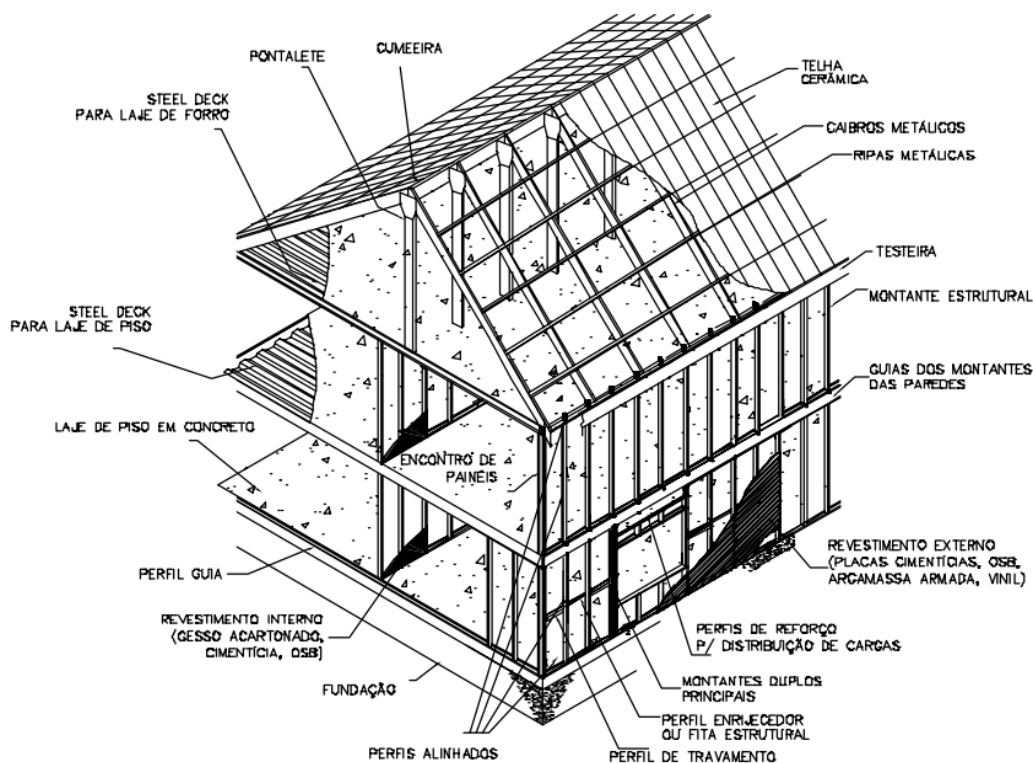
## 4 LIGHT STEEL FRAMING

### 4.1 CARACTERÍSTICAS

Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p.12) o sistema *Light Steel Framing* é um método de construção de forma racional, que apresenta como principal característica ser constituído de perfis de aço galvanizado de pequena espessura formados a frio, e tais perfis são usados nos painéis autoportantes, vigas de piso, estrutura de treliças e os demais componentes.

E os autores ainda acrescentam, que é um método industrializado com uma construção a seco e de rápida execução comparada ao método convencional de construção.

Quando se fala de sistema *Light Steel Framing* (LSF) não se diz respeito há apenas a parte estrutural, mas sim há vários subsistemas como fundações, isolamento termo-acustico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas, na figura 1 demonstra alguns desses sistemas.



**Figura 1 - Esquema adaptado típico de uma residência em LSF.**  
**Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.14)**

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 15), o fechamento interno e externo é denominado de painéis estruturais ou autoportantes e são constituídos em sua parte estrutural de perfis galvanizados muito leves denominados de montantes e o espaçamento entre eles varia de 400mm a 600mm, e possuem outros componentes de isolamento termo-acústico.

E os autores dão continuidade, dizendo que as funções dos painéis são de distribuir os esforços de forma uniforme de modo a encaminha-los até o solo. E que o seu fechamento pode ser feito por os mais diversos materiais como placa cimentícias, OSB (*oriented strand board*) e ou placa de gesso acartonado.

Em relação aos pisos, Consul Steel (2002, p. 81) citam que é utilizado perfis de aço galvanizado assim como nos painéis, porém nesta etapa os perfis são dispostos na horizontal e obedecem a mesma modulação dos montantes. E tais perfis trabalham como vigas de piso, dando suporte aos componentes do piso. As vigas são apoiadas nos montantes de forma que suas almas estejam coincidindo.

A cobertura é realizada de diversas maneiras, mas é utilizada as formas mais convencionais com o uso de treliças, porém substituindo a madeira por elementos galvanizados, as telhas podem ser as mais diversas possíveis.

#### 4.2 VANTAGENS DO *LIGHT STEEL FRAMING*

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 12) listam várias vantagens do *Light Steel Framing*

- Os elementos que constituem o LSF é produzido de forma industrial, desta forma são produtos que passam por rigorosos controles de qualidade, com isso tendo um alto controle de qualidade e com excelente precisão dimensional;
- Apresentam ótima durabilidade e longevidade da estrutura, por conta de ser formado por perfis galvanizados;
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- Por ser uma construção a seco, tem desperdício reduzido e também necessitam de poucos recursos naturais em comparação ao método convencional;

- Apresentam facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas;
- Possuem um excelente desempenho termo-acústico;
- Facilidade na execução das ligações;
- A execução da obra é rápida em comparação ao método convencional;
- O aço é um material incombustível;
- O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades;

#### 4.3 FUNDAMENTOS DOS PERFIS FORMADOS A FRIO

As estruturas de aço são divididas em dois tipos de elementos estruturais, que são os perfis laminados e soldados e os perfis formados a frio. No *Light Steel Framing* é utilizado os perfis formados a frio na sua estrutura e tais perfis são feitos através de um conjunto de matrizes rotativas, utilizando bobinas com revestimento metálico e operadas em temperatura ambiente (RODRIGUES, 2006, p. 28).

Esses perfis apresentam as vantagens de ter grande versatilidade, desta forma possibilitando a formação de seções de diferentes formas e podendo ser adaptadas a diversas aplicações em relação a montagem da estrutura do LSF, e outra vantagem é por serem bastante leve se comparado a outros perfis (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 22).

Os principais perfis usados no *Light Steel Framing* são denominados como aço galvanizado e são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição.

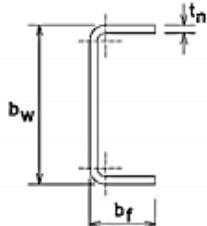
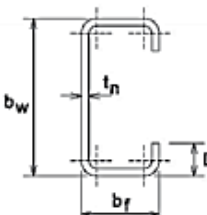
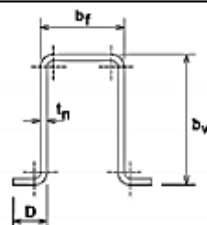
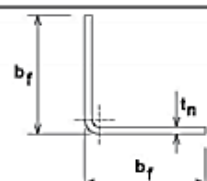
Tipo de revestimento	Perfis estruturais		Perfis não-estruturais	
	Massa mínima do revestimento g/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	Designação do revestimento conforme normas	Massa mínima do revestimento g/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	Designação do revestimento conforme normas
Zincado por imersão a quente	180	Z180 (NBR 7008)	100	Z 100 (NBR 7008)
Zincado por eletrodeposição	180	90/90 (NBR 14964)	100	50/50 (NBR 14964)
Alumínio-zinco por imersão a quente	150	AZ150 (NM 86)	100	AZ100 (NM 86)
<sup>(1)</sup> A massa mínima refere-se ao total nas duas faces (média do ensaio triplo) e sua determinação deve ser conforme a NM 278				

**Figura 2- Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais.**  
**Fonte: ABNT NBR 15253:2005**

O sistema *Light Steel Framing* possui como principais seções utilizadas na sua execução a seção “C”, “U” e “Ue”, sendo que o “U” é usado como guia no topo e na base dos painéis e o “Ue” usado como montante (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 22).

Os autores citam outros componentes necessários para a execução do *Light Steel Framing*, sendo eles, tiras planas, cantoneiras e cartolas. As tiras planas ou fitas é usada para estabilizar os painéis. As cantoneiras são usadas nas conexões dos elementos quando o perfil “Ue” não se adequa, e a cartola funciona como ripas de telhado.



SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	<p>U simples</p> <p>U <math>b_w \times b_f \times t_n</math></p>	<p>Guia</p> <p>Ripa</p> <p>Bloqueador</p> <p>Sanefa</p>
	<p>U enrijecido</p> <p>Ue <math>b_w \times b_f \times D \times t_n</math></p>	<p>Bloqueador</p> <p>Enrijecedor de alma</p> <p>Montante</p> <p>Verga</p> <p>Viga</p>
	<p>Cartola</p> <p>Cr <math>b_w \times b_f \times D \times t_n</math></p>	<p>Ripa</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais</p> <p>L <math>b_{f1} \times b_{f2} \times t_n</math></p>	<p>Cantoneira</p>

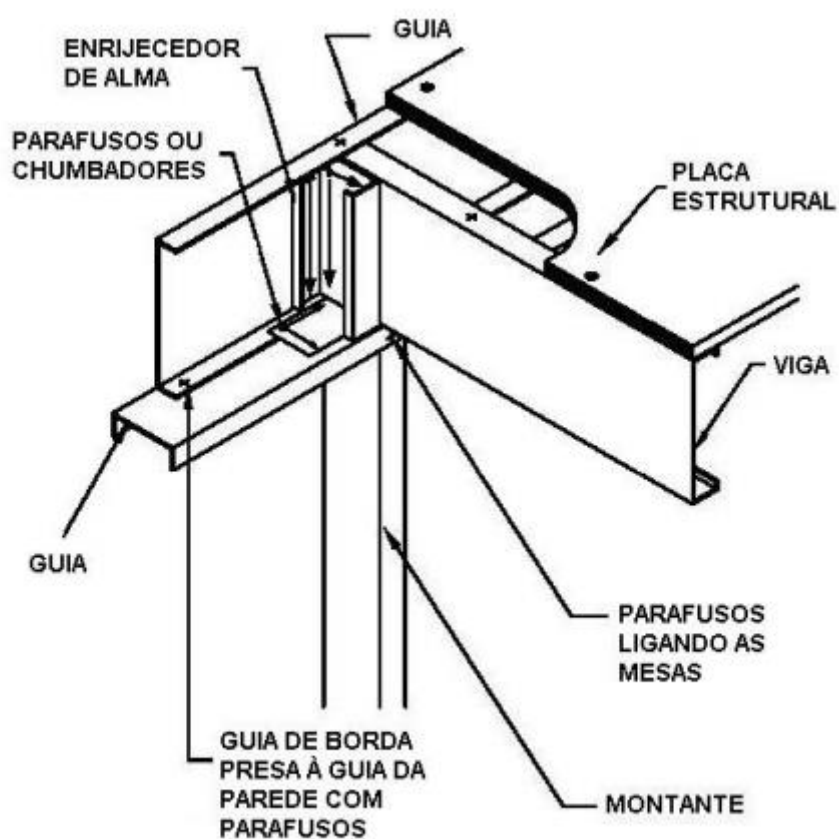
**Figura 3- Designações dos perfis de aço formados a frio para o uso em Light Steel Framing e suas respectivas aplicações. Fonte: NBR 15253: 2005**

#### 4.4 DEFINIÇÕES

A seguir serão apresentadas as definições das principais partes do *Light Steel Framing*, sendo elas de necessárias no método do LSF.

##### 4.4.1 Guias

Segundo a ABNT NBR 15253:2005, as guias tem sua utilização na horizontal para dar suporte aos montantes tanto na base como no topo e também tem aplicabilidade como travamento de vigas e montantes, e montagem das vergas.



**Figura 4 – Esquema apresentando guia, montante e viga.  
Fonte: Low Residential Construction 2000, p. 13**

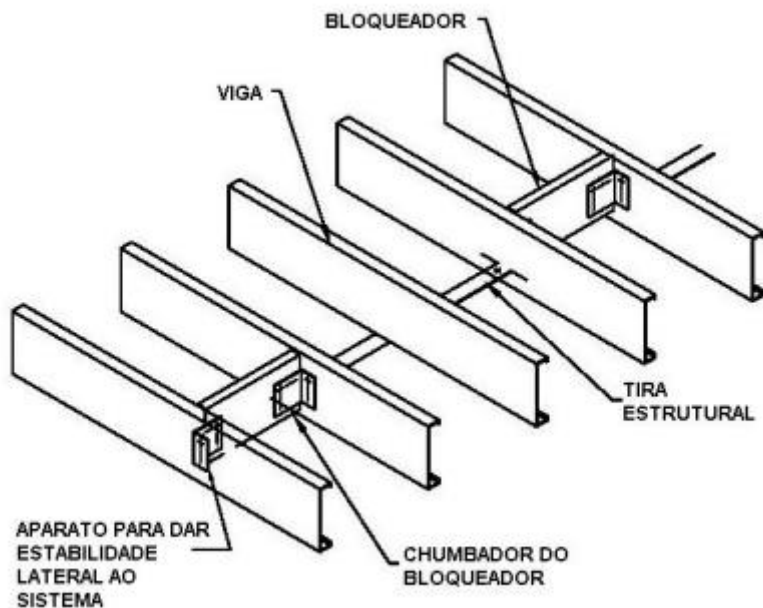
#### 4.4.2 Montantes

Segundo a ABNT NBR 15253:2005, os montantes são constituídos por perfis “Ue” e o espaçamento entre eles ficam entre 400mm e 600mm. O dimensionamento dos montantes das paredes internas são realizados para suportar a flexo-compressão e à tração atuando isoladamente, e o dimensionamento dos montantes das paredes externas são feitos para suportar flexo-compressão e à flexo-tração.

#### 4.4.3 Vigas

Segundo a ABNT NBR 15253:2005, o espaçamento entre as vigas são em conformidade com os espaçamentos entre os montantes, conforme mostra a figura 3.

O dimensionamento das vigas é realizado para suportar flexão, cortante e à combinação cortante momento fletor caso seja vigas contínuas, e deve ser levado em consideração a flambagem lateral com torção, onde é aplicado um travamento nas vigas duas a duas por um perfil “Ue” e sua disposição é feita a cada terço do vão, como é demonstrado na figura 5.



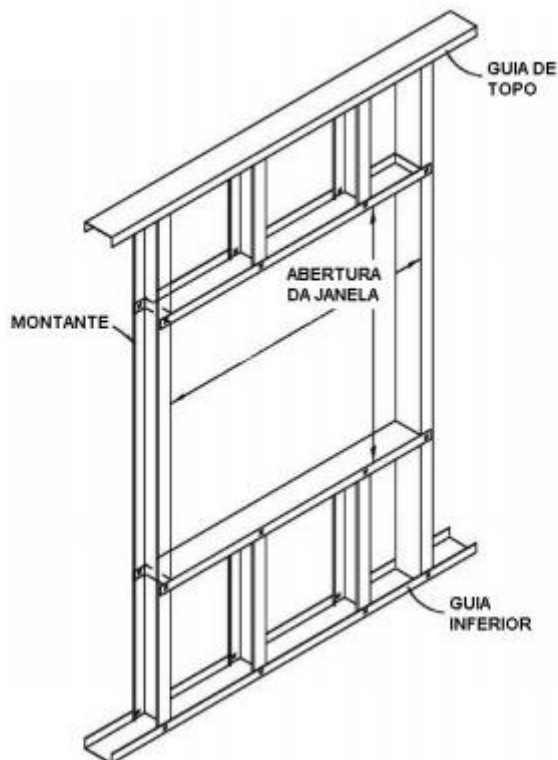
**Figura 5 – Travamento lateral de vigas**  
**Fonte: Low Residential Construction 2000, p. 85**

#### 4.4.4 Barras Diagonais

Segundo a ABNT NBR 15253:2005, são barras chatas que são usadas quando á apenas tração e sua instalação deve ser feita com protensão.

#### 4.4.5 Vergas

Segundo a ABNT NBR 15253:2005, as vergas podem ser feitas através de dois perfis “Ue” ligados por parafusos autobrocantes com um espaçamento de 600mm, sendo necessário a utilização de pelo menos 2 parafusos autobrocantes por seção. O dimensionamento das vergas deve ser feito para suportar à flexão; ao cortante; ao enrugamento da alma; à combinação cortante-momento fletor e ao enrugamento da alma-momento fletor.



**Figura 6 – Vista geral das vergas (encabeçamento de aberturas)**  
**Fonte: Low Residential Construction 2000, p. 75**

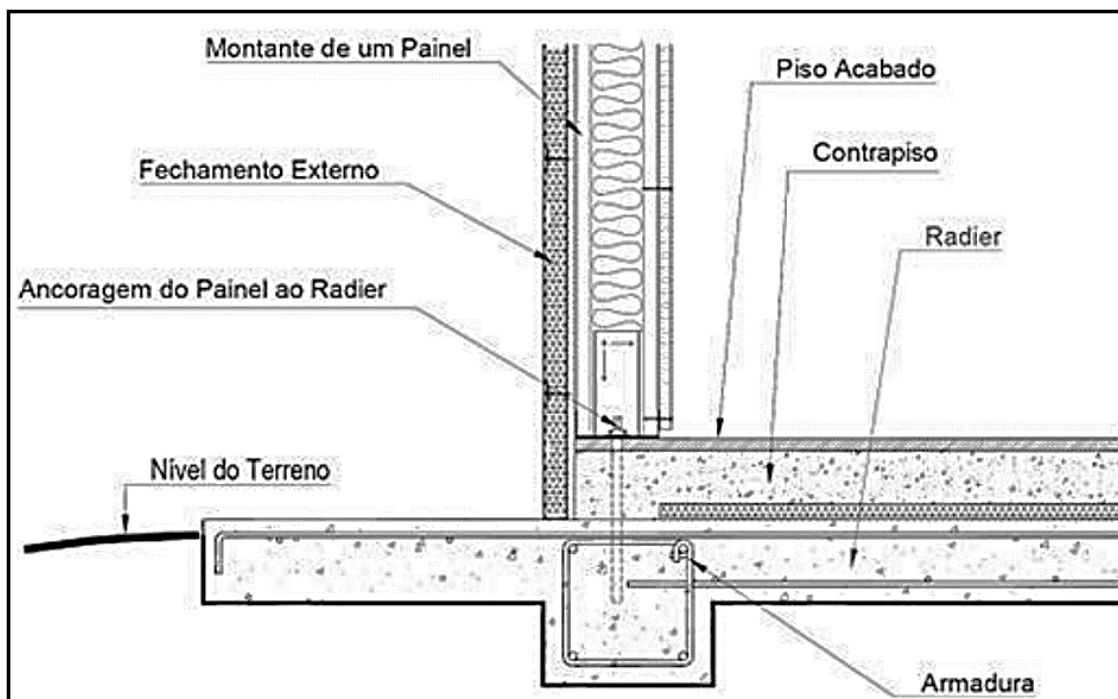
#### 4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO EM *LIGHT STEEL FRAMING*

##### 4.5.1 Fundação

Consul Steel (2002, p.48) diz que como a estrutura de Light Steel Framing é muito leve e a sua carga é distribuída uniformemente ao longo dos painéis, ela não exige muito de sua fundação em relação a esforços, porém necessita ter uma fundação continua junto aos painéis de toda a estrutura, os principais tipos de fundações que se adequam há tais características são o radier e a sapata corrida.

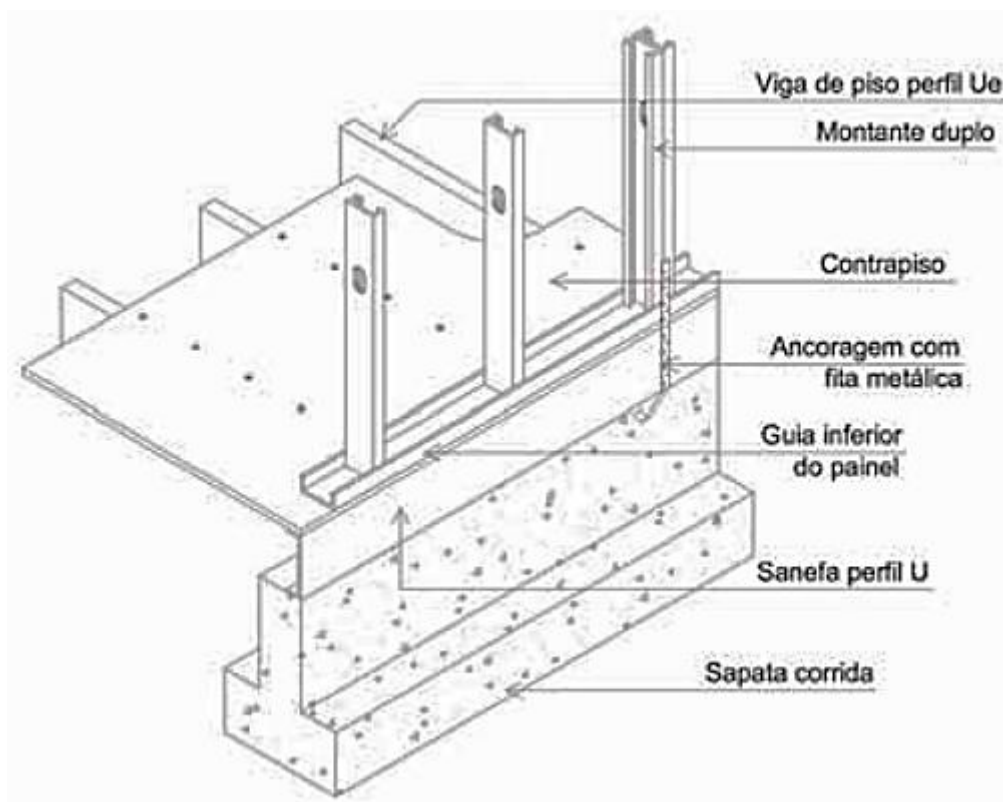
O radier é uma fundação rasa que tem o comportamento de uma laje, porém ao invés de repassar os esforços da estrutura para vigas ela transmite tais esforços para o solo. O radier é constituído de uma laje continua de concreto, e por vigas no seu perímetro e sob os painéis da estrutura (Consul Steel 2002, p.48).

Por se adequar há uma grande variedade de solos e não ter problemas com a ancoragem do painel estrutural, o tipo de fundação radier é o mais usado no *Light Steel Framing*, podemos ver na figura 5 o detalhamento do esquema de ancoragem de um painel estrutural a uma laje radier.



**Figura 7 - Detalhamento esquemático de ancoragem de painel estrutural ao radier**  
**Fonte: Adaptado de Consul Steel (2002)**

A sapata corrida é indicada para casos onde a carga estrutural é distribuída ao longo das paredes, no caso do *Light Steel Framing* seriam os painéis, por conta desse fator ela é uma ótima escolha para o *Light Steel Framing*. A sua constituição é feita através de vigas de concreto armado e blocos de concreto, e o seu contrapiso do térreo é de concreto ou perfis de aço galvanizado com apoio na fundação (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 27).



**Figura 8 - Corte detalhado de fundação sapata corrida**  
**Fonte Santiago, Freitas e Crasto 2012,**

#### 4.5.2 Fixação dos Painéis na Fundação

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.27) a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação para que possa evitar translação ou tombamento com rotação da estrutura. No intuito de evitar tais movimentações temos como escolha de ancoragem a química com barra roscada e a expansível com *parabolts*. Seus espaçamentos e dimensões são realizadas através de cálculo estrutural.

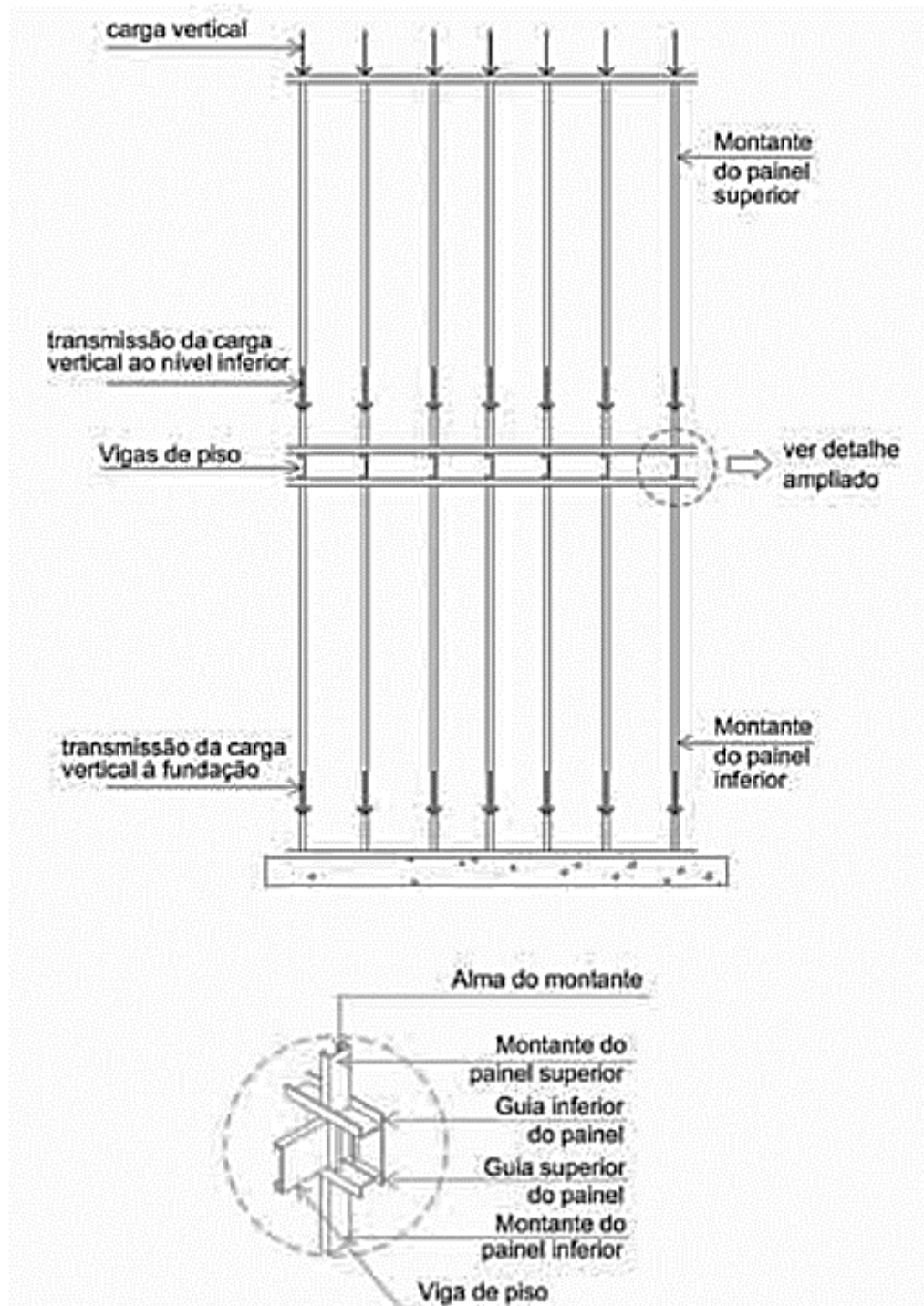
#### 4.5.3 Painéis

De acordo com Consul Steel (2002, p. 59) no sistema de Light Steel Framing os painéis não só atuam como fechamento com isolamento termo-acústico, mas também como sistema estrutural do LSF, quando os painéis são usados apenas como divisórias, eles deixam de exercer função estrutural.

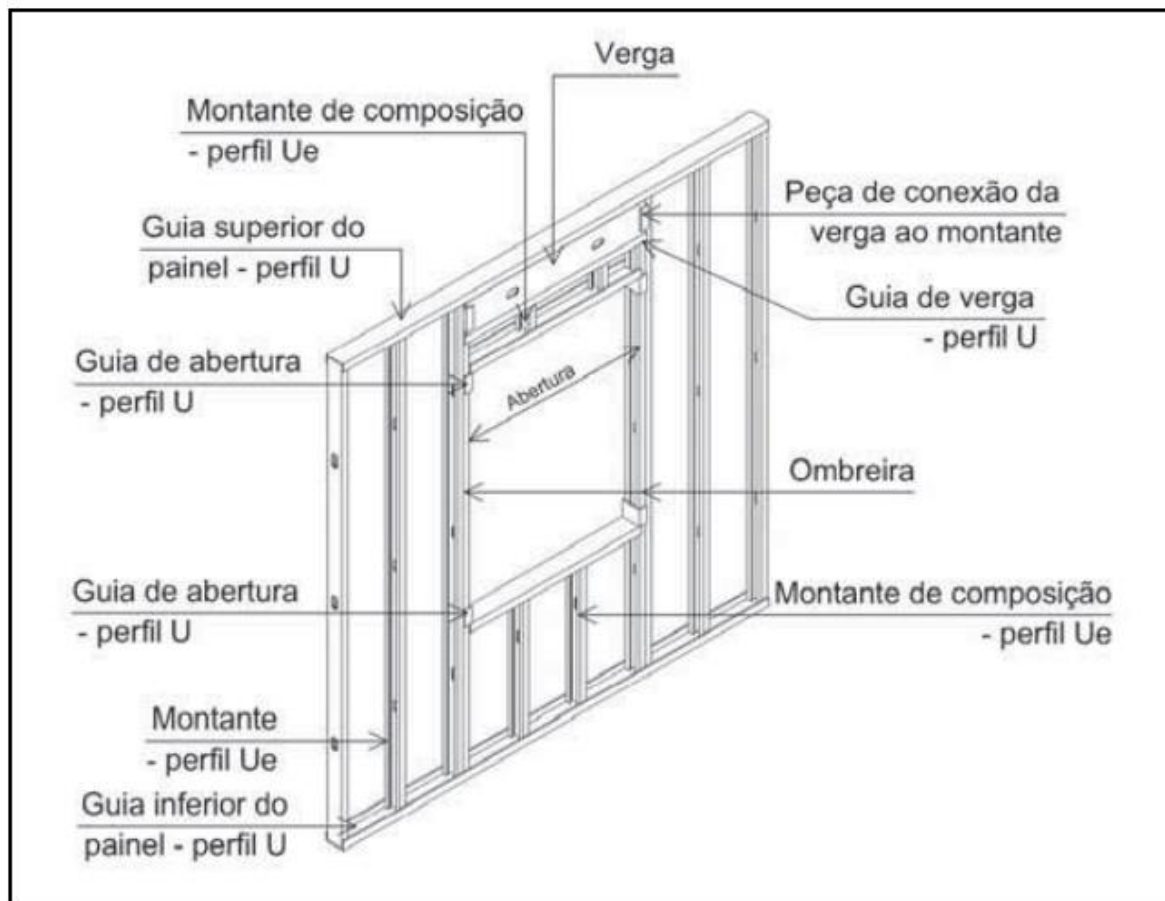
Os painéis estão sujeitos a cargas horizontais advindas de ventos e de cargas verticais que tem sua origem nos pisos, outros painéis e cobertura. A sua função é transmitir os esforços que são aplicados neles para a fundação.

Os painéis são constituídos de perfis de aço galvanizado de seção “Ue” denominados como montantes e com espaçamento mínimo entre si de 400mm e máximo de 600mm, podendo chegar a 200mm em casos onde ocorrem grandes cargas, e a base e o topo dos montantes são unidos por perfis de seção “U” denominados de guias, e quando tem decorrência de aberturas nos painéis como janelas e portas é necessário a utilização de vergas na figura 8 podemos ver os componentes de um painel. As funções dos montantes é transferir as cargas verticais através de suas almas, podemos observar tais transferências de esforços na figura 7 (Consul Steel 2002, p. 61).





**Figura 9 - Transmissão de carga vertical à fundação**  
 Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.32)



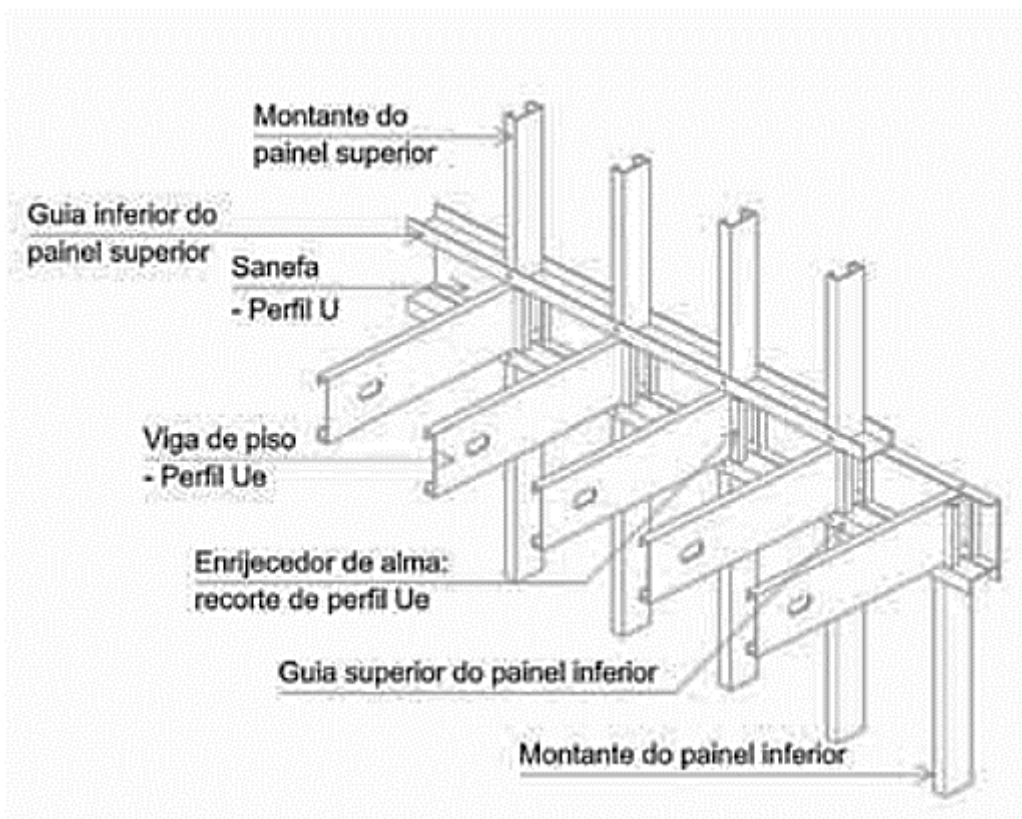
**Figura 10 - Desenho esquemático de um painel estrutural com abertura**  
**Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 37)**

Apenas os montantes não são capazes de resistir aos esforços horizontais, acabando ocasionando instabilidade da estrutura e deformação da mesma, podendo levar até o colapso, por esse motivo é necessário a utilização de contraventamentos nos painéis ou a utilização no fechamento dos painéis com placas que tenham o comportamento de diafragmas rígidos no plano do painel (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 37).

#### 4.5.4 Lajes

A estrutura do piso no sistema de Light Steel Framing possui o mesmo esquema dos painéis, são constituídos de perfis galvanizados de seção “Ue” que são denominados

de vigas de piso e são separados entre si com um espaçamento que de continuidade aos montantes, ou seja, entre 400mm e 600mm (Consul Steel 2002, p. 81).



**Figura 11 - Estrutura de piso em Light Steel Framing**  
**Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.52)**

Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 54) o tipo de laje a ser escolhida varia de acordo com a natureza do contrapiso, e com isso existem duas boas opções de lajes que são a do tipo úmida que é composta por chapas metálicas parafusadas às vigas e posteriormente preenchida com concreto, e temos o tipo de laje seca que utiliza placas de OSB ou placas cimentícias e são parafusadas à estrutura de piso.

#### 4.5.5 Coberturas

O sistema construtivo Light Steel Framing possui a mesma versatilidade que o sistema convencional de construção, dessa forma é possível realizar os mais variados projetos de cobertura, e esses projetos variam por conta de diversos fatores como o

tamanho do vão, carregamentos, estética e econômicos (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 52).

Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 65) a cobertura inclinada estruturada com treliças é a mais comum para ser utilizada em Light Steel Framing e é formado da mesma forma do convencional, porém a armação é substituída por perfis galvanizados, e para ter o comportamento estrutural esperado as almas dos perfis das treliças devem estar alinhadas com as almas dos montantes.

As treliças podem ser montadas no canteiro de obra ou vir pre-fabricada. A treliça é composta por perfis galvanizados geralmente de seção “Ue”, é composta pelas seguintes partes: banzo superior, banzo inferior, montantes ou pendurais, diagonais, enrijecedores de apoio, todos em perfil “Ue”, e os contraventamentos em perfis “U”, “Ue” ou fitas de aço galvanizado (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 70).

As partes da treliça podem ser ligadas de diversas formas, tendo duas formas mais usuais, a primeira é a no mesmo plano onde é parafusado os perfis em chapas de *Gusset* e a segunda é camada sobre camada onde os perfis dos pendurais e diagonais tem suas almas parafusadas nos banzos superiores e inferiores (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p. 70).

#### 4.5.6 Fechamento Vertical

Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 78), no Light Steel Framing tem como conceito o emprego de vedação racionalizado, para manter o maior grau de industrialização na construção, de modo para a melhor aplicação de chapas e placas. Por conta disso a maioria das placas são encontradas no mercado com a largura de 1,20m, sendo um número múltiplo da modulação que fica entre 400mm e 600mm.

Segundo a norma ISO 6241:1984, os requisitos que uma vedação deve atender são: segurança estrutural, segurança de fogo, estanqueidade, conforto termo-acústico, conforto visual, adaptabilidade ao uso, higiene, durabilidade, economia. E os principais tipos de vedação disponíveis no país que atendem esses requisitos são o OSB (*oriented strand board*), placa cimentícia e o gesso acartonado, o último citado deve ser usado apenas em fechamento interno.

As placas OSB (*oriented strand board*) são utilizadas tanto na parte externa quanto na parte interna no fechamento, quando utilizada na área externa deve-se aplicar

um acabamento impermeabilizante. Além do fechamento vertical o OSB pode ser utilizado em forros, pisos e substratos para cobertura (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p.79).

Os autores citam o OSB por ser muito leve, podem ser transportados manualmente sem a necessidade de outros equipamentos, e sua fixação na estrutura é feita através de parafusos auto-brocantes e auto-atarraxantes.



**Figura 12 - Instalação de placas OSB**  
**Fonte: Espaços com Vida (2017)**

As placas cimentícias podem ser usadas como fechamento tanto na parte externa quanto interna, são usadas principalmente em áreas molháveis, tendo como características elevada resistência a impactos, grande resistência a umidade, são incombustíveis, relativamente leves tendo em média  $18 \text{ kg/m}^2$ , boa compatibilidade, e rapidez na execução.

As dimensões do painel cimentício que é usada no Light Steel Framing tem largura fixa de 1,20m e comprimento que varia de 2,00m, 2,40m e 3,00m. E sua espessura

tem variações de 6mm, 8mm e 10mm e tal variação é de acordo com a sua aplicação conforme pode ser visto na tabela 3 (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p.85).

Espessura da placa	Aplicação Usual
6 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes secas internas, onde não existam aplicações de cargas suportadas diretamente pela placa.
8 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes internas e externas, em áreas secas e úmidas, podendo existir aplicações de cargas suportadas pela placa.
10 mm	Utilizadas para áreas secas e molhadas, internas ou externas. Ideal para paredes estruturais, melhorando a resistência contra impactos, aplicações de carga e isolamentos termo-acústicos.

**Figura 13 – Relação entre espessura e aplicação da placa cimentícia**

**Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 85)**

É recomendável a aplicação de uma demão de selador na face exposta da placa cimentícia, nas paredes externas e lugares úmidos. E realizar um sistema de impermeabilização nas juntas da parede com o piso.

O gesso acartonado no sistema LSF são utilizados no fechamento da parte interna, e são bastantes leves com um peso específico entre 6,5 à 14 kg/m<sup>2</sup>, tem sua fabricação industrial, e sua montagem segue o mesmo princípio do OSB. Suas dimensões são 1,20m de largura e comprimento que varia de 1,80m até 3,60m tendo como espessuras de 9,5mm, 12,5mm e 15mm (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p.86).

Em relação ao conforto termo-acústico podemos levar em consideração que por conta dos painéis terem um espaçamento no seu interior o conceito de lei de massa não se aplica para obter um isolamento, dessa forma podendo utilizar das tecnologias mais avançadas para conseguir os isolamentos termo-acústicos, aplicando diferentes camadas de isolantes, atingindo assim uma excelente qualidade termo-acústica.

#### 4.5.7 Ligações e Montagem

Tendo à disposição uma grande variedade de ligações e conexões, mas no sistema Light Steel Framing tendo como principais os parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes, e uma boa característica dessas ligações é que existe tipos de parafusos para cada ligação específica, e também é um material de ótima qualidade por conta da indústria

dar uma grande importância em aumentar sua durabilidade e desempenho (Santiago, Freitas e Crasto 2012, p.96).

Segundo os autores, os parafusos auto-atarraxantes possuem dois tipos de ponta: a ponta broca e a ponta agulha, e a utilização de cada ponta é definida pela espessura da chapa de aço a ser perfurada. Sendo o parafuso de ponta agulha indicado para chapas com espessura máxima de 0,84mm, e o parafuso de ponta broca usado para chapas com espessura mínima de 0,84mm, usado geralmente em casos onde a conexão tem várias camadas de materiais.

E a cabeça do parafuso varia de acordo com o material que ele vai fixar, os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada e panela são usados na fixação de perfis de aço entre si, e os parafusos com cabeça tipo trombeta são usados para fixar placas de fechamento.(Santiago, Freitas e Crasto 2012, p.97).

A montagem do Light Steel Framing pode ser feita das mais diversas formas dependendo do projetista e da empresa a utiliza-lo. Tendo como princípio a industrialização do projeto, pois quanto maior industrializado ele for maior será sua racionalização no processo da construção.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 COLETA DE DADOS

O projeto que é estudado trata-se de uma residência unifamiliar de médio padrão de aproximadamente 100m<sup>2</sup>, disponível em Prudêncio (2013), que teve a finalidade comparar os custos do projeto com o sistema construtivo convencional e o sistema Light Steel Framing. A primeira etapa da presente proposta é o levantamento de todas as características e dados referentes ao projeto final elaborado para construção com o sistema Light Steel Framing em Prudencio (2013).

### 5.2 ELABORAÇÃO

Tendo em mãos o projeto inicial completo dar-se início a elaboração do projeto em LSF para as devidas adequações. Nessa fase são feitas mudanças estruturais e arquitetônicas no projeto inicial tendo em vista tornar inclusive mais viável economicamente a elaboração do projeto.

O método Stick Platform será mantido, por conta que os outros métodos não possuem fornecedores de forma à tornar o projeto viável, e a estrutura será executada com perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio. A estrutura de fundação continuará sendo utilizada o radier, por ser o método com maior eficiência quando se trata de LSF. Os perfis de aço, as ligações e os contraventamentos utilizados na montagem da estrutura serão dimensionados embasados nas normas técnicas pertinentes e com o uso de programas especializados.

Para o fechamento externo e interno é feito um estudo sobre os materiais disponíveis no mercado brasileiro como: OSB (Oriented Strand Board), placa cimentícia e placas de gesso acartonadas (Drywall), Siding, de forma à encontrar o material mais barato para a utilização no fechamento externo e interno do projeto, e será realizado um estudo sobre quais camadas serão utilizadas sobre os devidos fechamentos.

Serão realizados dois projetos um com telha Shingle e outro com telha termoacústica para decidir qual terá melhor eficiência. Será refeito o projeto hidrossanitárias com intuito de melhorar o desempenho hídrico.



Após ser feito o dimensionamento de todas as etapas citadas acima e a conclusão dos acabamentos finais, será feito um levantamento quantitativo de todo material utilizado na execução do projeto.

### 5.3 ORÇAMENTO

Após concluído o dimensionamento da estrutura, é obtido os valores dos insumos por meio da SINAPI, e os valores que não forem encontrados pela SINAPI, serão obtidos por meio de pesquisa de mercado, através de ligações e correios eletrônicos. E o valor da mão de obra é obtido através do SINTRACOM.

O orçamento do projeto utilizando o sistema Light Steel Framing é realizado através de uma planilha para o projeto original com o orçamento atualizado com os valores atuais e duas e outras duas planilhas para cada tipo de telha utilizada, e são feitas com todas as etapas construtivas, onde as composições de custos são obtidas pelo TCPO 14.

### 5.4 COMPARAÇÃO DE CUSTOS

Com a planilha de custo do projeto inicial atualizada e com as planilhas dos dois projetos, um com dado tipo de telha, é realizado um comparativo de custos e viabilidade econômica entre os projetos.

## 6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 ALTERAÇÕES ARQUITETÔNICAS

Após ter em mãos o projeto arquitetônico da residência unifamiliar, foi analisado quais alterações na arquitetura deveriam ser feitas para se poder obter uma melhor eficácia hidráulica na casa. Assim, definiu-se que as caixas d'água seriam dispostas na parte superior do banheiro que tem acesso à área de circulação. Dessa forma foi necessário aumentar de 1,20m para 1,50m a largura do banheiro causando a diminuição do quarto ao lado do banheiro e na suíte nas mesmas proporções, enquanto o dormitório em frente ao banheiro teve um aumento nas mesmas proporções.

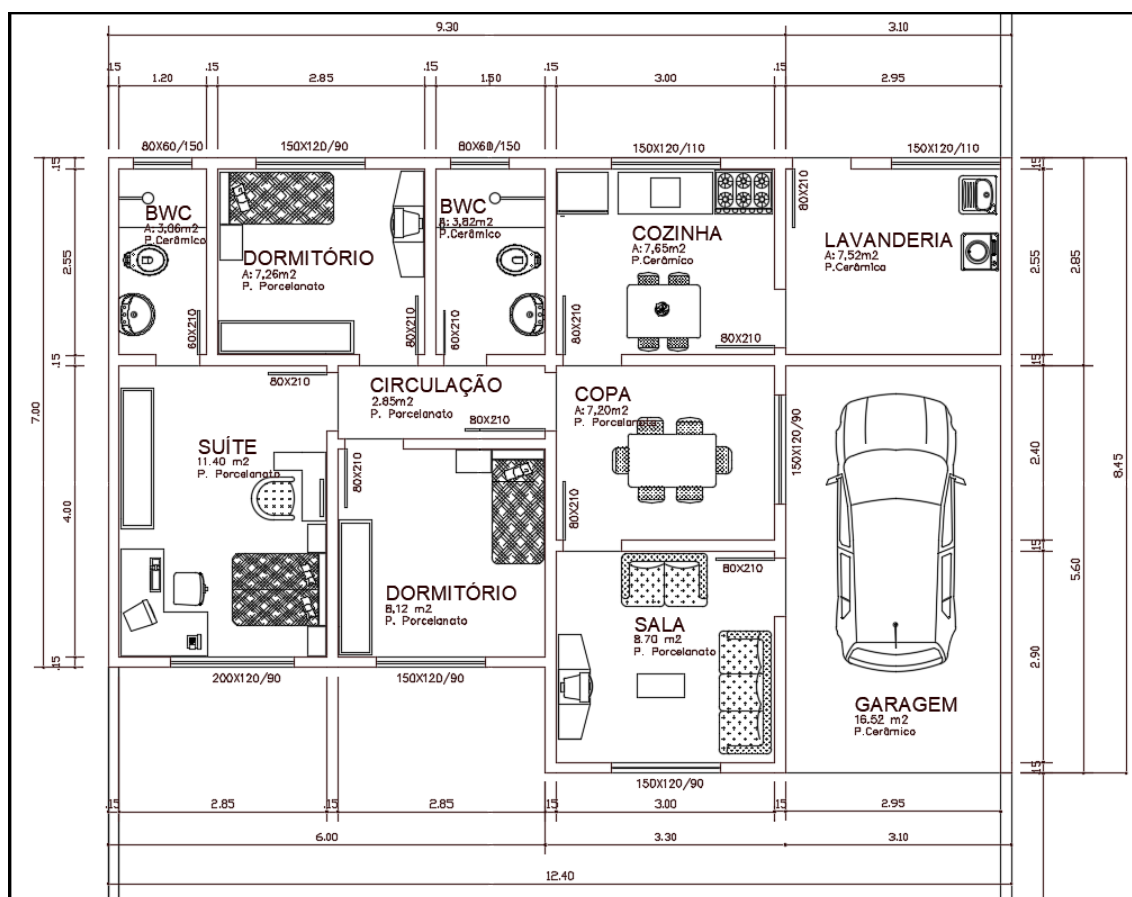
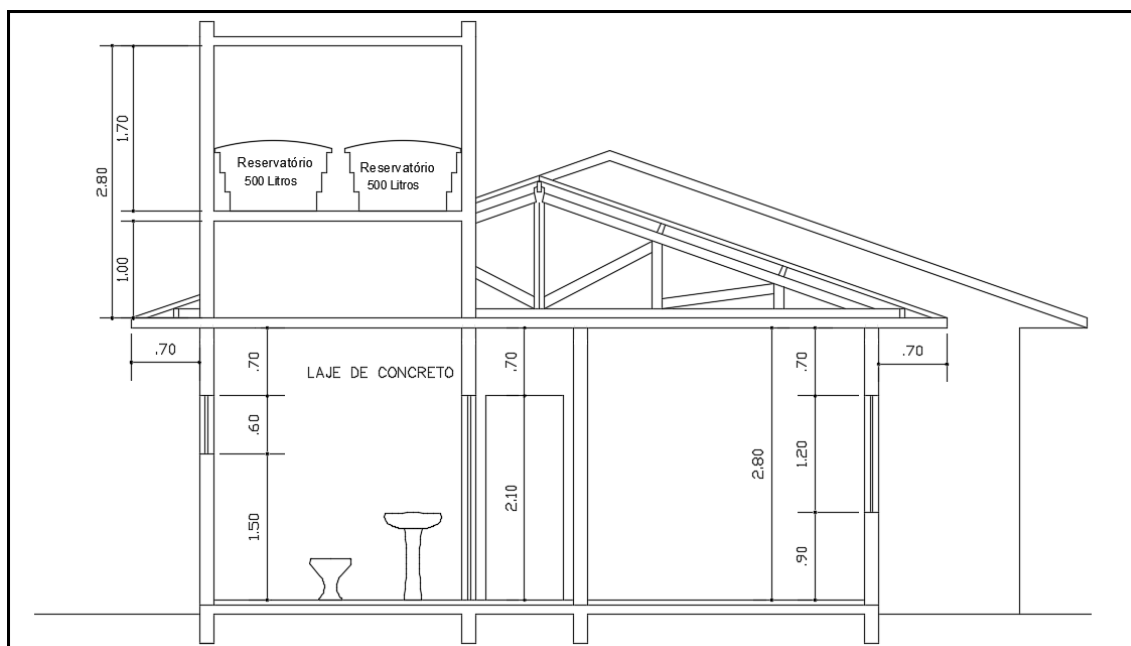


Figura 14 - planta baixa arquitetônica

Com o aumento nas dimensões do banheiro foi possível a locação das caixas d'águas. Após essa etapa foi realizada a criação de uma torre com a altura de 2.80m onde foi criada uma base para as caixas d'água com altura de 1,00m acima do forro para que as caixas d'água sejam colocadas em nível adequada para que a residência tenha uma boa eficiência no abastecimento hídrico.



**Figura 15 - Corte da planta baixa**

Como no projeto original não foi especificado o esquema da concepção dos painéis, foi feito da seguinte forma, os painéis em que uma de suas faces estava exposta para o exterior da residência, foi definido que estes painéis seriam compostos por uma camada de OSB de 9.5mm de cada lado mais uma camada de placa cimentícia de 6mm na parte externa e uma chapa de gesso acartonado de 12.5mm na parte interna, já os painéis completamente disposto no interior seriam compostos da mesma forma porém substituindo a placa cimentícia por uma chapa de gesso acartonado de 12,5mm, já os seus revestimentos podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Revestimento das paredes**

AMBIENTE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (m)	H (m)	ÁREA BRUTA (m <sup>2</sup> )	DESCONTOS (m <sup>2</sup> )	ÁREA LÍQUIDA (m <sup>2</sup> )	Emassamento. drynall (m <sup>2</sup> )	Revest. Cerâmico (m <sup>2</sup> )	Pintura com latex acrílico (m <sup>2</sup> )
									(m <sup>2</sup> )
Cozinha	7,65	11,10	2,80	31,08	5,16	25,92	25,92	25,92	
Lavanderia	7,52	11,00	2,80	30,80	5,16	25,64	25,64	25,64	
BWC	3,82	8,10	2,80	22,68	0,00	22,68	22,68	22,68	
BWC suíte	3,06	7,50	2,80	21,00	0,00	21,00	21,00	21,00	
Suíte	11,40	13,70	2,80	38,36	5,34	33,02	33,02		33,02
Dormitório 1	7,26	10,80	2,80	30,24	3,48	26,76	26,76		26,76
Dormitório 2	8,12	11,40	2,80	31,92	3,48	28,44	28,44		28,44
Circulação	2,85	7,70	2,80	21,56	7,98	13,58	13,58		13,58
Copa	7,20	10,80	2,80	30,24	6,84	23,40	23,40		23,40
Sala	8,70	11,60	2,80	32,48	5,16	27,32	27,32		27,32
<b>TOTAL DO PAVIMENTO</b>	67,58					247,76	247,76	95,24	152,52

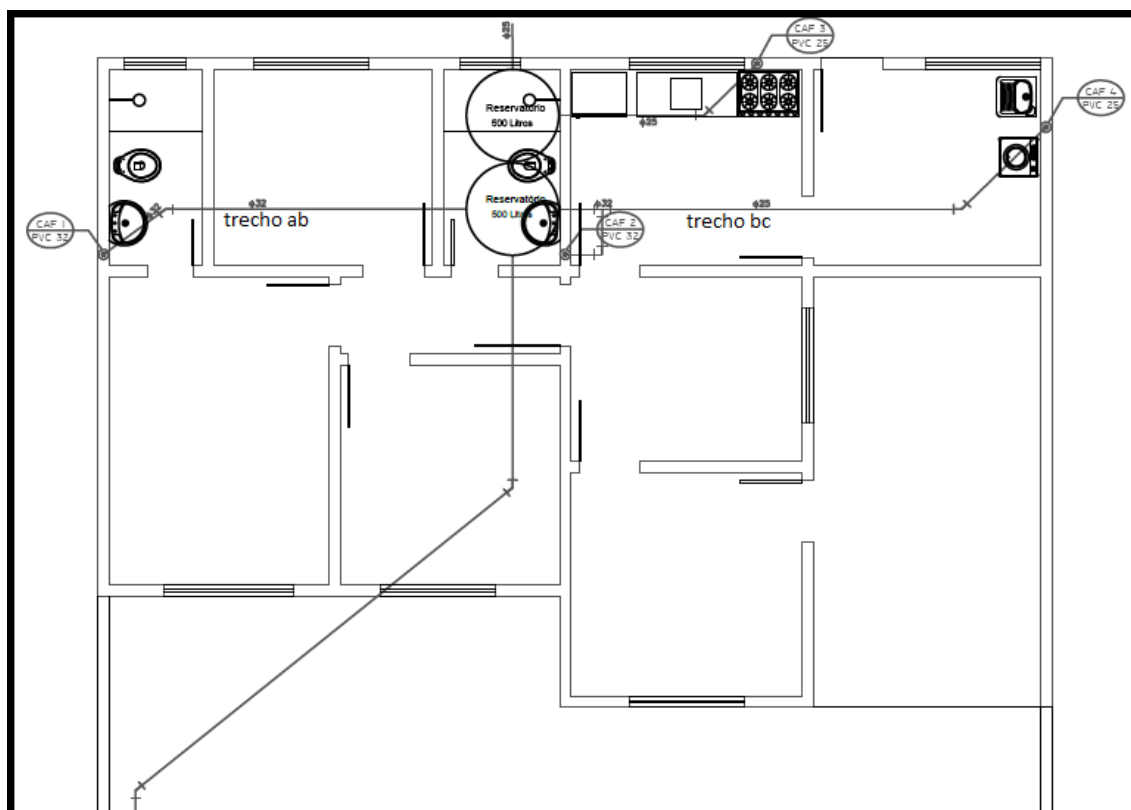
Em relação ao piso da casa foi mantido as escolhas do projeto original como pode ser demonstrado pela Tabela 2.

**Tabela 2 – Revestimento do piso**

AMBIENTE	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Regularização e: 3 cm (m <sup>2</sup> )	Piso Cerâmco (m <sup>2</sup> )	Porcelanato (m <sup>2</sup> )	Rodapé cerâmico M	Rodapé de madeira M
Cozinha	7,65	11,10	7,65	7,65		11,10	
Lavanderia	7,52	11,00	7,52	7,52		11,00	
Garagem	16,52	14,15	16,52	16,52		14,15	
BWC	3,82	8,10	3,82	3,82		8,10	
BWC suíte	3,06	7,50	3,06	3,06		7,50	
Suíte	11,40	13,70	11,40		11,40		13,70
Dormitório 1	7,26	10,80	7,26		7,26		10,80
Dormitório 2	8,12	11,40	8,12		8,12		11,40
Circulação	2,85	7,70	2,85		2,85		7,70
Copa	7,20	10,80	7,20		7,20		10,80
Sala	8,70	11,60	8,70		8,70		11,60
<b>TOTAL DO PAVIMENTO</b>	<b>84,10</b>		84,10	38,57	45,53	51,85	66,00

## 6.2 ALTERAÇÕES HIDROSSANITARIAS

A principal alteração hidráulica realizada no projeto refere-se a troca da caixa d'água de 1000 L por duas de 500 L, além do posicionamento dessas em nível adequada para que a residência tenha uma boa eficiência no abastecimento hídrico. Tal troca ocorreu para que fosse possível a locação do reservatório em cima do banheiro com acesso à área de circulação.



**Figura 16 Novo projeto hidráulico**

Sobre o reservatório a ABNT NBR 5626:1998 pede que tenha a capacidade de conter a água necessária por um dia de uso, em uma casa unifamiliar de em média 4 pessoas tem o consumo de água diário de 600L já que a média do consumo de água do brasileiro gira em torno de 150L por dia de acordo com SNIS (Sistema Nacional de informação sobre o saneamento). Sendo assim, há necessidade de dois reservatórios de 500L. Segundo catálogo da marca *Tigre*, tais reservatórios possuem dimensões de 1,21m de largura e 0,73 de altura. A altura da base do reservatório foi definida a 1,1m a partir do segundo nível (cálculo realizado pela planilha de pressão que é demonstrado na tabela 3). Portanto a torre resultou em altura total de 2.8m para facilitar o acesso a caixa d'água.

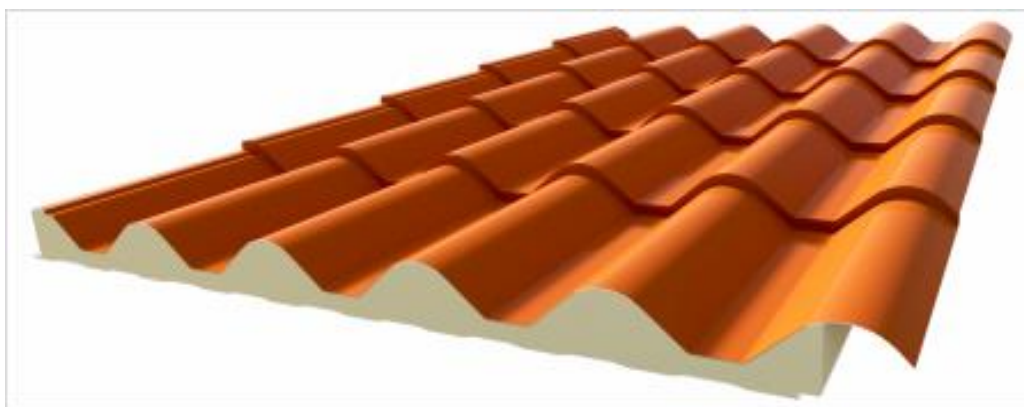
**Tabela 3 - Pressão da água**

Trecho	peso	Diam.	Vazão	v(m/s)	Leq	L <sub>tub</sub>	L <sub>tot</sub>	Ju	J <sub>tot</sub>	montante	jusante
Ab	3	32	2,3	2,8598	3	4	7	0,265	1,852	0,8	-1,052
Bc	3	32	1,9	2,3625	3,3	6,6	9,9	0,189	1,875	0,8	-1,075

### 6.3 ALTERAÇÕES NA COBERTURA

Com o telhado foram estudadas duas alternativas: uma com telhas tipo sanduíche (termo-acústica) e outra com telhas tipo *shingle*, para determinar qual seria a melhor opção de uso.

Para a telha sanduiche foi escolhida o modelo *Isotelha Colonial* da marca *Isoeste*, que dispensa o uso de OSB pois se dispõe em formata de placa com largura de 1m e comprimento de até 7,35m tornando assim a opção de maior facilidade de aplicação. Ela também dispensa o uso de isolante térmico e acústico por apresentar tais características no próprio produto. Segundo o fabricante *Isoeste* a telha termo acústica no modelo *Isotelha* colonial possui 11,32 kg/m<sup>2</sup> (0.112 kN/m<sup>2</sup>).



**Figura 17 - Modelo de telha Isotelha colonial**  
**Fonte: Isoeste (2017).**

A telha *shingle* é a mais empregada em Light Steel Framing nos EUA sendo bastante usada também no sistema Wood Framing. Para o emprego no presente trabalho foi selecionado o modelo *XT 25* (a mais convencional para o uso de residências unifamiliares) da marca *Brasilit*. Esse tipo de telha necessita do uso de OSB para sua aplicação, e há necessidade de aplicação de isolamento térmico e acústico. Segundo a fabricante de telhas *Brasilit* a telha *shingle* do modelo *XT 25* possui 11 kg/m<sup>2</sup> (0,108 kN/m<sup>2</sup>).

## 6.4 ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS

Na modelagem e verificação da estrutura, foi utilizado o programa *CYPE 3D* (na versão After Hours) desenvolvido pela *Cype Ingenieros*. A partir do modelo estrutural do projeto original foram efetuadas as devidas alterações que consistiram, de maneira geral, da adição da torre que dá suporte para as caixas d'água e alteração dos carregamentos do telhado e redimensionamento dos perfis.

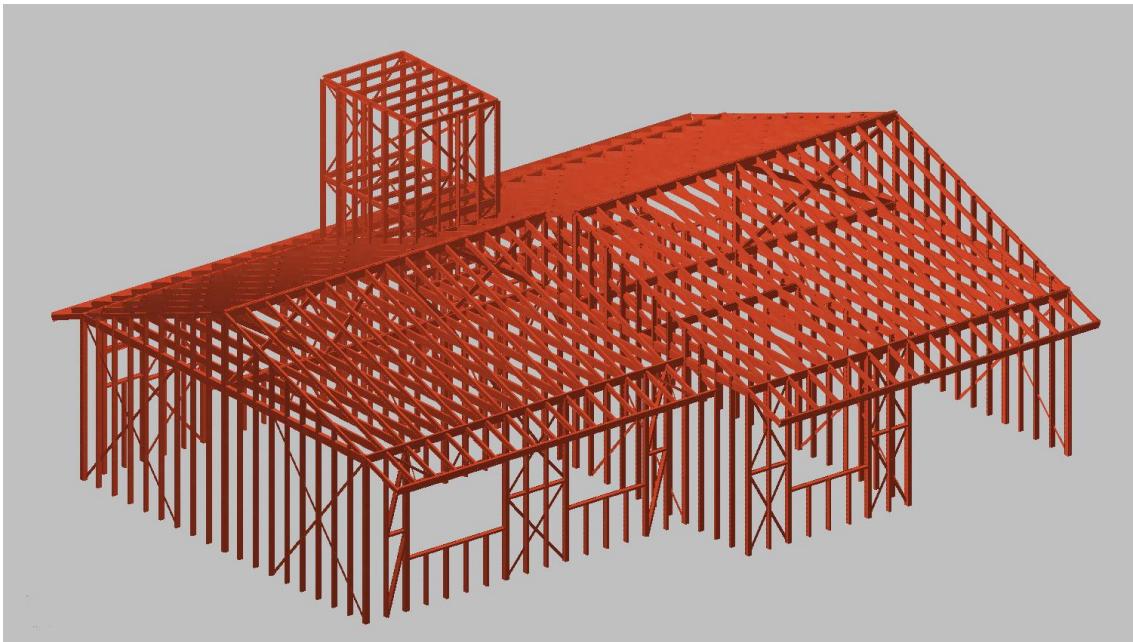
Na estrutura de fundação foi mantido o radier com as mesmas características do projeto original. A ação do vento foi considerada a mesma pelo fato do projeto estar sendo feito para a mesma região do original e a carga dos painéis foi mantida em 0,22 kN/m.

Na torre dos reservatórios o carregamento das caixas de água foi distribuído como carga permanente de 1,225 kN/m entre 5 perfis horizontais do tipo Ue (Perfil U enrijecido) de seção 90x40x12x0,95mm. Os perfis verticais também foram dimensionados como perfis do tipo Ue 90x40x12x0,95mm, resultando em uma padronização que inclui também todos os perfis verticais.

Na cobertura foi analisado a influência dos tipos de carregamento permanentes, devido às telhas termoacústicas e devido às telhas tipo *shingle*. De acordo com o fabricante *Isoeste* a telha termo acústica modelo *Isotelha colonial* possui 11,32 kg/m<sup>2</sup> (0,112 kN/m<sup>2</sup>) resultando em 0,044 kN/m em cada perfil. A telha tipo *shingle* necessita do uso de OSB para sua aplicação gerando uma carga extra. De acordo com o fabricante de telhas *Brasilit*, a telha tipo *shingle* do modelo *XT 25* apresenta 11 kg/m<sup>2</sup> (0,108 kN/m<sup>2</sup>). Somando este valor com 0,1 kN/m<sup>2</sup> do OSB atingimos 0,201 kN/m<sup>2</sup> tendo 0,0804 kN/m em cada perfil. Com estes carregamentos aplicados na estrutura, foi possível verificar que os perfis que dariam suporte para o telhado resultaram na menor bitola disponível de perfil tipo Eu para aplicação em Light Steel Framing, Ue 90x40x12x0,95mm, substituindo os perfis originais de 140x40x12x0,95 mm.

Na laje como, não havia mais o carregamento do reservatório de água de 1000 L sobre elas, foi possível substituir os perfis de 140x40x12x1,25 mm por perfis de 140x40x12x0,95 mm, tornando assim a laje toda padronizada com o perfil de espessura de 0,95 mm.





**Figura 18 - Modelo da estrutura em Light Steel Framing**

## 7 ORÇAMENTO

Foi realizado novamente o orçamento do projeto original de Prudêncio (2013) e mais dois orçamentos para o projeto com as alterações descritas anteriormente, um considerando a utilização de telhas termoacusticas e o outro com a telha *Shingle* com o intuito de definir qual seria a mais rentável economicamente.

Para cada orçamento foi feito uma planilha contendo cada etapa construtiva detalhada onde foi colocado a composição de custo, o quantitativo da etapa e o valor de sua composição, e para cada etapa era obtido um subtotal dos quais estão descritos na Tabela 2.

Para a composição de custos foi utilizado o programa *TCPO 14* da editora *PINI* na versão estudantil para obtenção de todas as composições. E para a obtenção do valor da mão de obra utilizou-se a tabela de negociações salariais da SINTRACOM (sindicato dos trabalhadores da indústria da construção e do mobiliário de Maringá) referente ao período de 01/06/2015 até 01/05/2016. Já a obtenção do preço dos insumos foi utilizada a SINAPE para o mês de fevereiro de 2017 referente a região de Curitiba, e com pesquisa de mercado através de telefonemas e correio eletrônico para obtenção de valores. Os valores dos preços dos perfis metálicos e das telhas do tipo *Isotelha* e *Shingle* foram obtidos por fornecedores da região de Londrina, o valor do frete foi anexado em seu valor para efetuar a composição de custo.

Como pode ser visto na Tabela 4 a parte de superestrutura e fechamento ficou com o preço mais elevado nos projetos novos por causa do acréscimo de 22,4 m<sup>2</sup> de painel referente à torre dos reservatórios de água apresentando uma diferença de valores de R\$ 3215,68 e por conta de que houve a substituição de um painel em drywall por um estrutural na parede do banheiro alterado.

Na cobertura os valores se diferem entre os três projetos: o primeiro possui perfis de 140x40x12x0.95 mm que apresenta preço mais elevado em comparação aos perfis utilizados nos outros dois projetos que eram o de 90x40x12x0.95. Porém, o primeiro projeto apresenta telhas cerâmicas do tipo portuguesa que possui o preço menor em comparação as telhas termoacústicas e *Shingle*, mas que quando considerada a cobertura finalizada (com a estrutura necessária para fixação, isolamento, etc) essas alternativas resultam em preços menores que a concepção original. E dentre os três modelos, o mais econômico ficou por conta das telhas *Shingle*, mesmo ela tendo a necessidade de um suporte com placas de OSB e uma subcobertura.

**Tabela 4 - Orçamento**

Etapa	Serviços	Projeto sem alterações	Projeto com a torre e telhas termoacústica	Projeto com a torre e telha Shingle
		Custo (R\$)	Custo (R\$)	Custo (R\$)
1	Serviços preliminares	4085,56	4085,56	4085,56
2	Infraestrutura	17307,24	17307,24	17307,24
3	Superestrutura e Fechamento	48820,97	52036,65	52036,65
4	Esquadrias	11605,91	11605,91	11605,91
5	Cobertura	18393,63	17655,9	17385,63
6	Instalações Hidrossanitárias	8888,59	9511,3	9511,3
7	Instalações Elétricas	7610,3	7610,3	7610,3
8	Impermeabilização	13503,63	12425,26	13889,58
9	Revestimento	4854,81	5188,77	5188,77
10	Pisos	10838,9	10810,04	10810,04
11	Pintura	7708,28	8295,58	8295,58
12	Serviços Complementares	4481,12	4481,12	4481,12
	<b>TOTAL</b>	<b>158098,94</b>	<b>161013,63</b>	<b>162207,68</b>

Em relação à impermeabilização e isolamento térmica, as telhas termoacusticas tiveram maior vantagem por não necessitarem de isolamento térmico e acústico no forro, sendo assim a mais econômica nesse quesito.

Nas instalações hidrossanitárias a diferença de valor encontrada dá-se por conta de mudanças em comprimento de tubulação, acréscimo de alguns conectores devido a alteração do projeto hidráulico e pela alteração de uma caixa d'água de 1000 L para duas de 500 L, o que causou maior diferença nesse conjunto.

Os pisos tiveram uma pequena alteração por causa das alterações nas proporções do banheiro, circulação, suíte e quartos, sendo que o banheiro tinha piso cerâmico enquanto que os quartos, suíte e circulação empregam porcelanato polido.

A pintura se diferem por conta da torre que apresentava uma área de 22,4 m<sup>2</sup> a mais para ser pintada e emassada em relação ao projeto original.

## 8 CONCLUSÃO

Com o embasamento teórico do trabalho foi possível compreender a aplicação do sistema construtivo Light Steel Framing, suas vantagens e desvantagens, e estipular as necessidades do sistema para que seu uso seja adequado. Por possuir suas particularidades não se pode apenas passar do sistema convencional de alvenaria para o Light Steel framing, sem a necessidade de uma adequação bem elaborada para a sua aplicação.

Conclui-se com o trabalho que o sistema Light Steel Framing necessita de um sistema de cobertura adequado, que apresente como principal característica a sua leveza e praticidade de construção, como apresentado pelas telhas termoacústicas e shingle que são extremamente leves em relação a telha cerâmica ou fibrocimento. Com as telhas termoacústicas pode-se notar que essa têm uma performance ainda melhor, por já possuir o isolamento térmico e acústico porém apresenta um valor um pouco maior que as telhas tipo shingle. Além do isolamento termoacústico inerente, as telhas termoacústicas se sobressaem ainda pela sua aplicação de maior facilidade, por consistir em grandes painéis que tem 1 m de largura e comprimento de até 7,35 m, e em grande parte das situações podendo cobrir toda a área da cobertura.

O trabalho demonstrou que houve um aumento da ordem de no máximo 3% no valor em relação ao projeto original por conta apenas da torre do reservatório de água, que é um valor pequeno levando em consideração que o projeto apresentara uma melhor eficiência hidráulica, e também por apresentar um espaço adequado para efetuar limpeza e manutenção dos reservatórios.

O que foi identificado como um empecilho para o sistema Light Steel Framing foi a disponibilidade de insumos como os perfis e as telhas consideradas. Porém, com o crescimento do mercado e a popularização do sistema a tendência é redução do valor dos insumos para o sistema Light Steel Framing, favorecendo sua utilização.

## 9 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ARAÚJO, R. L. C. et al. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 2000.

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando o sistema construtivo convencional e o Light Steel Framing**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - CBCA. **Guia do construtor em Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.ushome.com.br>>. Acesso em: 28 Set. 2016.

ESPAÇOS COM VIDA. Disponível em: <[www.espacoscomvida.pt](http://www.espacoscomvida.pt)>. Acesso em: 01 Abr. 2017.

ISOESTE. Disponível em: <[www.isoeste.com.br](http://www.isoeste.com.br)>. Acesso em 5 abr 2017.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia / Francisco Carlos Rodrigues**. Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2006. 127p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

SANTIAGO, Alexandre Kokke et al. **Steel Framing: Arquitetura / Alexandre Kokke Santiago, Arlene Maria Sarmanho Freitas, Renata Cristina Moraes de Crasto.**

Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012. 151p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

NORTH AMERICAN STEEL FRAMING ALLIANCE. **Low-Rise Residential Construction.** Washington, Dc, 2000. A BUILDER,S GUIDE TO STEEL FRAME CONSTRUCTION, 2007, Washington.

CONSUL STEEL. **Construccion con acero liviano – Manual de Procedimiento.** Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 1 CD-ROM.

**Anais Eletrônicos...** Washington: Steel Framing Alliance, 2007. Disponível em: <<http://www.steel framing.org>>. Acesso em: 16 out. 2016.

PINHO, Fernando Ottoboni; Penna Fernando. **Viabilidade Econômica / Fernando Ottoboni Pinho, Fernando Penna.** Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2008. 84p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

PINI. **TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 14. ed. São Paulo: Pini, 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Relatórios de insumos fevereiro de 2017).** Paraná. 2013. Disponível em: <[http://downloads.caixa.gov.br/\\_arquivos/sinapi](http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi)>. Acesso em: 10 mar 2017.

SINTRACOM – SINDICATO DOS TRABALHADORES NA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO E DO MOBILIARIO DE MARINGA. **Negociação salarial 2015 da construção civil.** Paraná 2015